COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut prie l'Académie de vouloir bien désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la prochaine séance générale de l'Institut, remise au mercredi 26 octobre prochain.

Philosophie de la Science. — *De la différence et de l'analogie de la méthode* à posteriori *expérimentale, dans ses applications aux sciences du concret et aux sciences morales et politiques; par* **M. E. Chevreul** (1).

« N'ayant point imaginé l'expression de *sciences morales et politiques*, je suis désintéressé à la défendre; mais, consacrée par la dénomination d'une des cinq Académies de l'Institut de France, je l'admets comme *fait*.

» Si cette expression a une signification réelle, *l'histoire*, titre de la Ve section de cette Académie, doit avoir le *caractère scientifique;* dès lors se pose la question : *En quoi consiste ce caractère?*

» Il se trouve dans un système de propositions générales admises comme *principes* à l'aide desquels le raisonnement démontre la vérité de conclu-

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

sions auxquelles ont conduit la simple observation toujours, et l'expérience quand elle a été possible.

» Dans les sciences morales et politiques, ces principes formulés par des philosophes, par des législateurs, en un mot par ceux qui, doués du sens moral, exercent une heureuse influence sur la société humaine, ont été reçus par tous les membres de cette Société, doués pareillement de ce même sens, avec une profonde reconnaissance, convaincus qu'ils sont de leur nécessité pour le bonheur des hommes.

» C'est aux savants livrés à l'étude des *sciences morales et politiques* qu'il appartient d'appliquer les principes de la morale et du droit aux jugements portés sur des actes du ressort des sciences dont ils s'occupent; mais avant d'aller plus loin, je ferai remarquer que l'*étude des faits moraux concernant l'individu*, complément de l'étude de l'anatomiste, du physiologiste, du naturaliste et du médecin, appartient réellement au domaine des sciences du concret, quoique faite par un homme qui, eu égard à ces sciences, peut n'être ni anatomiste, ni physiologiste, ni naturaliste, ni médecin, mais il étudie l'*homme-individu* sous des rapports que les autres savants ne considèrent pas en général comme essentiels à leurs études familières rentrant incontestablement dans le domaine du concret.

» S'il est vrai que le savant livré à l'étude des *sciences morales et politiques* se livre à celle des faits moraux et intellectuels que présente l'homme-individu, le *substantif propre*, le CONCRET, incontestablement son étude essentielle, porte sur les faits moraux et sociaux que présentent des ensembles d'hommes vivant en société, des *substantifs appellatifs*, parce que tel est, en effet, l'objet des *sciences morales et politiques*.

» Ai-je besoin de rappeler que par *substantif propre* on entend un être physique palpable ou concret comme un minéral, une plante, un animal, et encore un être métaphysique impalpable, tel que l'âme, Dieu, etc.;

» Et que le *substantif appellatif* comprend des ensembles de substantifs propres comme l'expriment les mots *races*, *espèces*, *genres*, *familles*, *ordres*, *classes*, *embranchements*, *règne*, d'usage en histoire naturelle.

» Pourquoi l'étude des faits moraux et intellectuels occupe-t-elle généralement le savant qui appartient au domaine des *sciences morales et politiques*, plutôt que le savant qui appartient au domaine des *sciences du concret?*

» La cause première en est la faiblesse de l'esprit humain, et de cette faiblesse même découle la nécessité de la division du travail intellectuel lorsqu'il s'agit de connaître le monde où nous vivons.

» On conçoit dès lors que le savant livré à l'étude des sciences morales et politiques est bien mieux préparé à l'étude des faits moraux et intellectuels de l'individu, que le savant livré à l'étude des sciences et si nombreuses et si diverses du concret, telles que la chimie-physique, l'anatomie, la physiologie, la zoologie et la médecine. La disposition des esprits à s'occuper exclusivement, les uns des *sciences du concret*, et les autres des *sciences morales et politiques*, a la plus fâcheuse influence sur la connaissance du vrai, ou, en d'autres termes, sur la philosophie, et c'est fort de cette opinion que je n'ai jamais perdu l'occasion de montrer les liens d'union des sciences de ces deux catégories.

» En définitive, on peut dire avec vérité que, dans les sciences morales et politiques, les savants vont du *général* au *particulier*, du *substantif appellatif* au *substantif propre*, tandis que, dans les sciences du concret, les savants ont suivi l'ordre inverse, du *particulier* ils vont au *général*, du *substantif propre* au *substantif appellatif*.

» Les choses amenées à cet état, rendons-nous compte de la différence de l'application de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, d'abord à la *science du concret*, puis aux *sciences morales et politiques*, et montrons en même temps que cette différence n'est point extrême.

§ I. — *Application de la méthode aux sciences du concret.*

» Les mathématiques pures s'occupent d'une seule propriété de la matière, la *grandeur*, science admirable parce que la démonstration de ses propositions repose sur les raisonnements les plus rigoureux; et les autres sciences du domaine de la philosophie naturelle partent de l'observation des phénomènes que présentent des êtres concrets afin d'en déterminer la cause immédiate : telles sont actuellement la chimie et la physique, par exemple.

» C'est surtout en suivant la marche de l'esprit dans les recherches du ressort de la chimie, science essentiellement expérimentale que je suis arrivé à formuler, il y a plus de trente ans, la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*.

» La chimie, aussi bien que la physique, observe des phénomènes que des êtres concrets présentent; elle en cherche la cause immédiate, et c'est la conclusion, à laquelle l'induction l'a conduite, que *la méthode* A POSTERIORI *expérimentale* a pour but de contrôler, en *instituant des expériences propres à en démontrer l'exactitude*.

» A mon sens, cette méthode doit s'appliquer à toutes les sciences du

ressort du concret autres que la chimie et la physique. Dès à présent, la géologie et la physiologie y ont recours, et les avantages en sont connus de tous; sans doute elle s'appliquera tôt ou tard à la botanique et à la zoologie, qu'il y a un demi-siècle on qualifiait de *sciences* purement *descriptives*.

» Quant aux sciences agricoles et médicales, qui ne sont en réalité que des applications des sciences naturelles pures, personne aujourd'hui ne doute qu'elles se prêtent essentiellement au contrôle de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, contrôle auquel elles doivent incontestablement leurs progrès récents.

» En définitive, j'ai la conviction que toute recherche scientifique qui aboutit *complétement* au concret se prête par là même au contrôle expérimental. Dans le cas où elle y échapperait, l'esprit pourrait recourir à un système de raisonnements rigoureux et comparables aux raisonnements d'usage en mathématiques.

§ II. — *Application de la méthode aux sciences morales et politiques.*

» Les *sciences morales et politiques* diffèrent essentiellement des sciences du concret en ce qu'il leur est impossible de vérifier, par l'*expérience proprement dite*, une opinion relative à des *actes*, à des *faits sociaux* concernant un ensemble d'individus, comme il est possible au savant livré à l'*étude du concret* de contrôler des inductions, des théories par des expériences précises.

» La raison en est simple. Un *fait social* étant la résultante d'actes d'individus qui ne sont plus, ou, s'ils vivent encore, la circonstance où le fait s'est produit différant des circonstances présentes à cause des changements incessants de toute société, l'impossibilité de reproduire à volonté les circonstances du passé rend impossible le contrôle expérimental dans le présent, en supposant même qu'il eût été possible antérieurement.

» Il y a donc là, dans l'application de la méthode, une différence réelle et incontestable.

» Dans ces conditions, de quelle utilité est la méthode *à posteriori* expérimentale à l'égard des *sciences morales et politiques?* pourra-t-on se demander.

» La voici :

» C'est d'abord de persuader à tout esprit curieux de remonter à la cause immédiate d'un *phénomène*, d'un *effet*, d'un *fait accompli*, qu'il y a nécessité de rechercher si ce fait est complexe, et, dans le cas de l'affirmative, de s'efforcer à le réduire aux faits simples dont il est la résultante. A cet égard,

analogie parfaite entre cette étude et la manière dont l'esprit du chimiste procède dans l'application de l'analyse à la matière complexe. Une fois qu'on se croit arrivé à la réduction du fait en ses faits simples, on recourt à la synthèse, afin de voir si tous les faits simples concourent réellement à la manifestation du *phénomène*, de l'*effet*, du *fait complexe*, et s'ils suffisent à en expliquer toutes les circonstances; et c'est cette analyse du *fait complexe* du domaine des sciences morales et politiques qui permet, surtout dans les *faits simples* en lesquels l'esprit l'a réduit, d'appliquer la méthode du contrôle en se livrant à l'étude comparative de faits simples analogues.

» En définitive, la marche à suivre dans les recherches du ressort des *sciences morales et politiques* étant celle que prescrit la méthode dans les recherches du ressort des *sciences du concret*, quand il s'agit des cas où l'expérience n'est pas possible, nous sommes ainsi conduits à imprimer le *caractère scientifique* résidant essentiellement, comme je l'ai dit, dans la *démonstration* qui s'adresse à la raison, parce que les raisonnements sont déduits d'axiomes ou de principes admis avant tout comme vrais. Par là, j'éloigne les *paradoxes* aussi séduisants que dangereux quand ils émanent d'un écrivain tel que Jean-Jacques Rousseau.

» Il y a évidemment tout avantage à la fois pour un auteur ami de la vérité, et pour un lecteur désireux de s'instruire, qu'avant tout, des principes soient posés et admis comme vrais, et qu'ensuite les raisonnements appuyés sur ces principes soient exposés.

» Si les principes ne sont pas admis du lecteur, il lui est inutile de lire des raisonnements qui s'appuient sur ces principes.

» Au contraire, les principes admis, et les raisonnements donnés par l'auteur à l'appui des opinions qu'il désire faire prévaloir dans le public en étant rigoureusement déduits, le but de l'écrivain sera atteint.

» Que l'on examine les connaissances comprises dans les diverses sections de l'Académie des *sciences morales et politiques* de l'Institut, et l'on pensera sans doute que la section de l'*histoire* générale et particulière est celle qui semble s'éloigner le plus des sciences. Quand les autres sections, comme celle de *morale* et de *législation*, sembleraient aussi s'en éloigner, n'oublions pas que le *dogmatisme* qu'elle possèdent à un haut degré leur donne un *caractère* de certitude, de positif qui, en y réfléchissant, les rapproche de la science plutôt qu'il ne les en sépare. Quant à l'*économie politique* et à la *statistique*, par la nature variée des faits qu'elles coordonnent, elles n'ont évidemment qu'à gagner à se rapprocher des sciences du concret, afin d'établir par le raisonnement les conclusions qu'elles formulent.

La *statistique*, particulièrement, ne peut persuader ni convaincre ceux qui la consultent qu'en justifiant préalablement l'exactitude des chiffres sur lesquels elle a travaillé, en disant comment elle les a recueillis, les raisons de croire à leur exactitude, en insistant sur le contrôle d'une série de chiffres par des chiffres d'autres séries; incontestablement, les *contrôles de chiffres* sont tout à fait dans l'esprit de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, comme l'est si évidemment le contrôle des quatre premières règles de l'arithmétique qu'on en appelle les *preuves*.

» Je reviens à l'*histoire*, et je me trompe fort si je ne fais pas partager mes convictions sur le *caractère scientifique* qu'elle possède à un haut degré, si l'on veut bien suivre mes raisonnements.

» Qu'est-ce que l'*histoire* comme *science*?

» A mon point de vue, elle est essentiellement l'exposé fidèle des faits sociaux que présentent, dans l'ordre des temps, les sociétés humaines.

» 1° Il appartient à la critique historique d'établir l'exactitude, la vérité des faits que l'historien met en œuvre, en ayant toujours égard à la chronologie, sans laquelle il n'y a pas d'histoire.

» 2° A la science de l'historien, à sa perspicacité, à son génie, il appartient pour une époque donnée de dire quels sont les faits simples dont se compose chaque fait complexe sur lequel il arrête son attention et quelle part revient aux personnages historiques de cette époque.

» Au moraliste, à l'homme de loi, au philosophe, il appartient de juger les institutions sociales ainsi que les actions des personnages historiques qui ont participé à des faits sociaux.

» C'est dans cette appréciation, et des institutions sociales, et des hommes dont l'histoire a conservé les noms, faite avec savoir et impartialité, reposant sur des raisonnements rigoureux, exposée avec clarté et élégance, que réside le mérite de l'historien. Il sera compté parmi les hommes de génie s'il découvre de ces *faits considérables* qui n'avaient point été aperçus de ses prédécesseurs, et ces faits considérables peuvent être des *relations*, des *rapports* que des faits déjà connus ont entre eux, mais qui étaient restés inaperçus jusqu'au moment où l'homme de génie tira le voile qui les avait cachés.

» Qu'est-ce que l'*histoire* envisagée de ce point de vue?

» C'est une véritable histoire naturelle de l'homme en société;

» C'est l'histoire de la civilisation.

» A quelles conditions une œuvre historique a-t-elle le caractère scientifique?

» C'est que l'historien aura préalablement énoncé ses *principes d'appréciation* en termes précis quant aux mots, et de la manière la plus sensée et la plus irréprochable quant à la raison, à la morale et à la justice;

» C'est ensuite que les faits sociaux, qu'il a appréciés d'après ces *principes,* soient nettement définis et aient satisfait à toutes les exigences d'une critique sévère autant qu'éclairée;

» C'est que l'appréciation de ces faits, au point de vue de leur liaison avec les faits antérieurs et avec les faits ultérieurs, soit aussi satisfaisante que possible;

» Qu'il en soit de même de l'appréciation des faits, au point de vue du droit et de la morale;

» Enfin, que l'*appréciation*, qui ici correspond à la *théorie* dans les sciences du concret, soit l'application rigoureuse des axiomes et des principes posés en premier lieu.

» Quelle est la conséquence rigoureuse, incontestable de la qualification de *science* donnée à l'*histoire?*

» C'est qu'une œuvre historique, qui méritera la qualification de *scientifique*, correspondra à l'œuvre scientifique des sciences du concret.

» Dès lors, pour que l'historien ait atteint son *but*, il aura été *logicien avant tout*, qualité compatible avec la beauté de la forme littéraire qui fait le grand écrivain, qualité compatible avec le génie qui met en relief des rapports aussi approfondis que réels qui avaient échappé jusque là à l'histoire, qualité compatible enfin avec la morale et la justice qui jugent les actes des individus et des peuples indépendamment de toute considération en dehors de la vérité!

» Cette explication me sauvera, je l'espère, de deux reproches contraires :

» Le *premier,* qu'on m'attribuât l'idée d'abaisser l'historien, quand je le louerai de ses jugements, parce que, d'acord avec la raison, ils sont étrangers à sa religion, à ses opinions politiques, à son affection personnelle, à sa patrie;

» Le *second*, de vouloir abaisser la gloire de ceux qui ont attaché leurs noms à des œuvres dignes des suffrages des juges les plus compétents; mais il me sera permis de faire remarquer qu'il existe un grand nombre d'histoires auxquelles la qualification de *scientifique* n'est pas applicable, parce que évidemment les auteurs ont présenté l'histoire dans un intérêt particulier, soit pour rehausser la gloire d'un individu ou d'un peuple et abaisser celle

des autres, soit dans l'intérêt d'une opinion religieuse, soit dans l'intérêt d'une forme de gouvernement au détriment d'une autre.

» En définitive les œuvres dont je parle peuvent avoir un mérite supérieur, mais la participation du talent de l'avocat me fait dire que le *caractère scientifique* ne s'y montre pas d'une manière absolue.

» Après ces considérations générales sur les différences et les analogies de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, dans ses applications aux *sciences du concret* d'une part, et d'une autre part aux *sciences morales et politiques*, me sera-t-il permis de dire à l'Académie le motif qui m'a conduit à traiter d'une manière détaillée le sujet dont je viens de parler en raccourci?

» Plusieurs de mes amis, après la lecture du livre de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale* et de la *généralité de ses applications* que j'eus l'honneur de présenter l'an dernier à l'Académie, m'ont fait l'observation que la différence de l'application de la méthode aux deux catégories de sciences dont je viens de parler était si grande, qu'indubitablement je m'attirerais des critiques fondées, si moi-même je ne les prévenais pas en signalant cette différence.

» Telle est l'origine de l'ouvrage dont sont extraites les considérations générales que je viens d'exposer.

» Achevé le 31 août dernier, anniversaire de ma quatre-vingt-quatrième année, la première page recevait ce jour-là même une dédicace à la mémoire de Mirabeau.

» Dans les circonstances actuelles, ignorant le sort de l'unique manuscrit que je possède, je me suis décidé à la Communication d'un résumé concis qui complète un ensemble d'idées dont la publication principale remonte à mes *Lettres à M. Villemain* (1) où se trouve la définition du mot *fait* relativement aux sciences, aux lettres et aux beaux-arts; c'est effectivement à cette définition que se rattache la suite de mes écrits : *l'histoire des connaissances chimiques*, *la distribution des connaissances humaines du ressort de la philosophie naturelle*, enfin *le livre de la méthode* A POSTERIORI *expérimentale* et *le livre inédit dont je viens d'entretenir l'Académie, qui en est le complément*.

» Il me reste à dire qu'une partie du livre inédit est l'application de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale* à l'histoire de la révolution française

(1) Lettres adressées à M. Villemain sur la méthode en général et sur la définition du mot *fait*, par M. E. Chevreul. Paris, Garnier frères; 1856.

depuis 1789 jusqu'à ces derniers temps, ayant voulu donner une preuve de fait de la possibilité de l'application de mes idées aux sciences morales et politiques.

» Qu'on ne m'attribue pas la prétention d'avoir voulu écrire une œuvre historique : ma tâche s'est bornée à choisir un *ensemble de faits*, que je crois précis et vrais, pour les interpréter par la *pure logique*, conformément à la méthode à laquelle toutes mes recherches scientifiques ont été subordonnées; aussi dis-je explicitement :

« En m'adressant au public, il est donc entendu que je ne lui parle ni
» comme catholique ou protestant, ni comme monarchiste ou républicain,
» ni même comme Français; je le répète, je ne lui parle que comme *logicien*
» qui envisage les faits sociaux conformément à cette méthode ».

Péroraison.

» En terminant ma lecture par ces lignes empruntées à une œuvre qui n'est pas encore imprimée, c'est dire qu'elles furent écrites avant les événements qui frappent si cruellement la France.

» Le souvenir du calme profond où j'étais alors, la pensée du bien que l'humanité avait déjà retiré de la culture de l'esprit me peignaient l'avenir sous les couleurs les plus riantes, et tout ce qui resserre les liens des trois branches du génie de l'homme, les Sciences, les Lettres et les Beaux-Arts, me semblait devoir de plus en plus rapprocher les peuples et les unir par les sentiments si doux de la fraternité. Quelques mois se sont écoulés : et quel changement !

» Ici même, dans le palais de l'Institut, cette grande association des connaissances humaines, que voyons-nous ? les fenêtres de la bibliothèque garnies des acs de terre! Les objets uniques ont disparu, la prévoyance les a mis dans des souterrains à l'abri de la bombe; malheureusement tous les livres peuvent disparaître comme les manuscrits de Strasbourg ! Même crainte pour des chefs-d'œuvres uniques de l'art, pour des collections des produits de la nature; mêmes précautions pour les conserver, prises aux musées des Beaux-Arts et d'Histoire-naturelle !

» Et nous sommes au XIXe siècle; et il y a quelques mois que le peuple français ne se doutait pas d'une guerre qui a mis sa *capitale* en état de siége, qui a tracé autour de ses remparts une zone déserte où celui qui a semé n'a pas récolté! Et il y a des universités publiques où l'on enseigne le *beau*, le *vrai* et le *droit !!!*

» Dans ces jours de désastres où la réalité a dépassé l'imagination, espérons pour ceux qui nous remplaçeront sur cette noble terre de France que, du sein des peuples civilisés qui ont l'œil sur Paris, théâtre d'une grande tragédie, le *calme* avec lequel ils auront suivi toutes les péripéties du drame jusqu'au dénouement, témoignera de l'impartialité qu'ils porteront dans le jugement de ces événements au point de vue du droit et de la morale !

» Après avoir pesé toutes les conséquences des faits accomplis, peut-être adresseront-ils un appel aux hommes de tous les pays qui joignent à la chaleur du cœur l'énergie d'une conscience éclairée, afin d'aviser au moyen de mettre désormais un terme à des faits déplorables qui n'ont rien d'analogue dans l'histoire des peuples civilisés. Qui sait si la protestation de l'Institut de France, adressée à toutes les Académies du monde lettré, ne donnera pas quelque jour accès dans un congrès international à ceux qui ne sont connus que par des œuvres intellectuelles?

» Qui oserait taxer aujourd'hui d'utopie l'espérance de voir naître un grand bien d'un grand mal? L'institution internationale en faveur des blessés, passée si vite du projet à la réalité, à jamais titre d'honneur pour la ville de Genève, ne confirme-t-elle pas l'espérance du triomphe du droit sur la force, et dès à présent ne dit-elle pas à tous : *La grandeur morale d'un peuple ne se mesure pas à l'étendue superficielle qu'il occupe sur la terre!* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Projet d'aérostat dirigé, muni d'un propulseur; par* **M. DUPUY DE LOME** (1).

« La recherche des moyens de diriger les aérostats, en leur imprimant, par une force motrice qui leur soit propre, une vitesse horizontale par rapport à l'air extérieur qui les soutient et les entraine avec lui, a déjà donné lieu à bien des projets. Malheureusement aucun d'eux n'a encore été réalisé, ni même amené à un point d'étude tel qu'on puisse le considérer comme fondé sur des calculs suffisamment approchés de la vérité, ni sur des dispositions praticables sans trop de difficultés. Telle est du moins l'impression qui m'est restée des projets qui sont parvenus à ma connaissance.

» Il en est de même pour la locomotion aérienne au moyen d'appareils

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

plus lourds que l'air, où ils se maintiendraient et se mouvraient comme l'oiseau au moyen d'organes présentant des surfaces résistantes mises en mouvement par un moteur, et trouvant aussi leur appui sur l'air par le fait même de leur vitesse de translation.

» Il n'entre point dans mes vues d'entretenir l'Académie en ce moment de ce problème si ardu, mais si intéressant, d'une machine volante.

» Il s'agit d'un projet plus modeste, celui d'un aérostat auquel on pourrait imprimer une vitesse d'environ 8 kilomètres par rapport à l'air ambiant.

» Pressé par le désir d'arriver dans les circonstances présentes à une application aussi prochaine que possible, en évitant trop d'expériences préliminaires, je me suis attaché dans ce travail à n'adopter pour tous les détails que des solutions simples reposant sur l'application de procédés déjà connus, de façon que l'ensemble de l'appareil ne soit que la résultante de combinaisons déjà pratiquées avec succès par les aéronautes.

» En me bornant ainsi à une vitesse très-modérée, ce n'est pas que je ne considère comme possible, dans l'état actuel de la science, d'obtenir pour des aérostats des vitesses très-supérieures; mais en présence des difficultés de pratique grandissant avec les vitesses qu'on se propose, je me suis décidé à n'aborder pour le moment que le problème relativement simple d'un aérostat se mouvant avec une vitesse d'environ 8 kilomètres à l'heure et susceptible de soutenir cette vitesse au moins pendant une journée entière.

» Un appareil de ce genre ne permettra d'avancer, vent debout, par rapport à la surface de la terre, ou de suivre par rapport à cette surface toutes les directions désirées, que quand le vent n'aura qu'une vitesse au-dessous de 8 kilomètres. Cela ne sera sans doute pas très-fréquent, car cette vitesse n'est que celle d'un vent qualifié *brise légère*.

» Quoi qu'il en soit, cet aérostat ayant une vitesse propre de 8 kilomètres à l'heure, lorsqu'il sera emporté par un vent plus rapide, aura la faculté de suivre à volonté toute route comprise dans un angle résultant de la composante des deux vitesses.

» Par exemple, avec un vent ayant une vitesse de 4 mètres par seconde, soit de $14\frac{4}{10}$ kilomètres à l'heure, correspondant à la qualification de *brise fraîche*, l'aérostat projeté suivra à volonté toute route comprise dans un angle de 33 degrés de chaque côté de la direction du vent; ce qui lui donnera la latitude de se mouvoir dans un secteur de 66 degrés. Si la vitesse du vent est de 8 mètres par seconde, soit de $28\frac{8}{10}$ kilomètres à l'heure, cor-

respondant à la qualification de *forte brise*, cet aérostat aura la faculté de se mouvoir dans un angle de 16 degrés de chaque côté du lit du vent, ce qui laissera encore à sa disposition un secteur de 32 degrés.

» Chacun peut se rendre compte d'ailleurs que, d'une manière générale, la direction à donner à l'aérostat par rapport à celle du vent, pour obtenir comme résultante des deux vitesses et des deux directions le *maximum d'écart possible*, fait avec la direction du vent un angle un peu plus ouvert que l'angle droit. L'angle aigu complémentaire est égal à l'angle inférieur d'un triangle rectangle qui a pour base la vitesse propre à l'aérostat et pour hypoténuse la vitesse du vent. L'angle aigu du sommet du même triangle est égal à l'angle d'*écart maximum possible* avec les vitesses que l'on considère.

» Les plans, que je me propose de présenter à l'Académie à une prochaine séance (1) montreront les solutions que j'ai adoptées, tant pour les principaux détails que pour l'ensemble d'un aérostat réalisant le problème tel que je viens de le poser; mais j'ai cru intéressant de lui soumettre dès aujourd'hui la forme et les dispositions principales de cet aérostat, l'évaluation de la puissance motrice nécessaire pour assurer la vitesse indiquée de 8 kilomètres à l'heure, enfin la nature du moteur que j'ai choisi, parmi les divers procédés applicables, comme les plus simples et les plus sûrs pour porter et employer cette puissance motrice en la soutenant au besoin pendant une dizaine d'heures.

» Je dirai tout d'abord que je n'ai pas cru devoir recourir, pour le gonflement du ballon, à l'emploi de l'hydrogène pur, malgré la réduction de volume et par suite l'augmentation de vitesse qui en fussent résultées. La difficulté de confectionner des tissus et des vernis capables de contenir assez longtemps l'hydrogène pur, en s'opposant à l'action de l'endosmose et de l'exosmose, me paraît justifier ce choix. Le problème de la confection de pareilles enveloppes sera probablement résolu un jour; quelques personnes croient même posséder déjà la solution ; mais, pour le moment, il m'a paru qu'il serait imprudent de recourir à des procédés autres que ceux qui ont le mieux réussi aux aéronautes.

» Je m'en suis donc tenu à l'emploi du gaz hydrogène carboné tel qu'il se fabrique pour l'éclairage. Il permet de compter sur une force ascensionnelle de 735 grammes par mètre cube sous une pression atmosphérique de

---

(1) Cette première partie de la Communication a été faite à l'Académie dans la séance du 10 octobre 1870.

76 centimètres de mercure, et à la température ordinaire. Si l'on avait affaire à quelque usine fabriquant habituellement son gaz d'éclairage à une densité supérieure, il serait facile d'y obtenir le gaz à la densité que j'ai fait entrer dans mes calculs en le produisant, pour cet usage spécial, sous l'influence d'une plus haute température. Au besoin on y mêlerait un peu de gaz hydrogène pur.

» La nécessité de maintenir la direction de l'aérostat sensiblement en ligne droite, et de faire qu'elle ne se modifie qu'à la volonté de l'aéronaute agissant sur le gouvernail, exige que l'ensemble de l'appareil présente, d'une façon très-caractérisée, un axe horizontal de moindre résistance, ainsi qu'une surface de résistance latérale placée à l'arrière du centre de gravité. Ce n'est donc pas seulement pour la convenance de réduire la résistance de l'aérostat à la marche horizontale qu'il faut renoncer à la forme du ballon ordinaire, dont la surface est engendrée par la révolution d'un méridien autour d'un axe vertical. Un pareil aérostat, muni d'un moteur, serait sans cesse, pour sa direction, dans un état d'équilibre instable, exposé à tournoyer sur lui-même en faisant ce qu'on appelle en marine des *embardées* intolérables.

» J'ai donc adopté une forme oblongue suffisamment caractérisée, malgré les difficultés qui en résultent pour le maintien de cette forme sous l'action du vent provenant de la vitesse, ainsi que sous la traction des suspentes de l'édifice qui doit porter les voyageurs, les colis, le moteur, le lest, etc. Cette forme oblongue nécessite encore des dispositions particulières pour éviter, sous l'influence d'un dégonflement partiel, des dénivellements trop sensibles de l'axe qui doit rester horizontal. Tout considéré, j'ai adopté pour la forme du ballon celle d'une surface de révolution engendrée par une courbe spéciale se rapprochant d'un arc de cercle de 7 mètres de flèche, et tournant autour de sa corde de 42 mètres de longueur. Cette corde constitue l'axe horizontal du ballon, dont la longueur est réduite à 40 mètres, en substituant, pour la solidité de la construction, une petite surface sphérique à la pointe des extrémités.

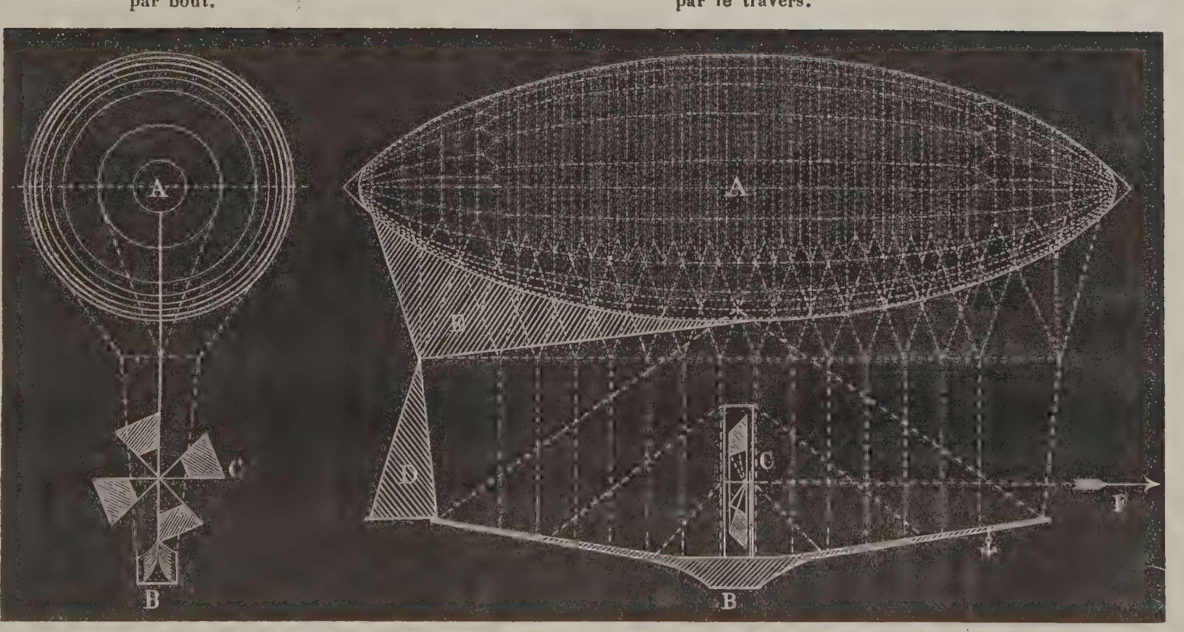
» Le volume est ainsi de 3860 mètres cubes, et la maîtresse section verticale de 154 mètres carrés.

» La résistance à la déformation sous l'action du vent provenant de la vitesse propre à l'aérostat s'obtient par le maintien dans son intérieur d'une tension du gaz sans cesse un peu supérieure à celle de l'air ambiant. Cet excédant de tension sera maintenu entre 3 et 4 dix-millièmes d'atmosphère, ce qui fait de 3 à 4 kilogrammes par mètre carré de la surface de

DISPOSITION N° 1.

Vue de l'aérostat par bout.

Vue de l'aérostat par le travers.

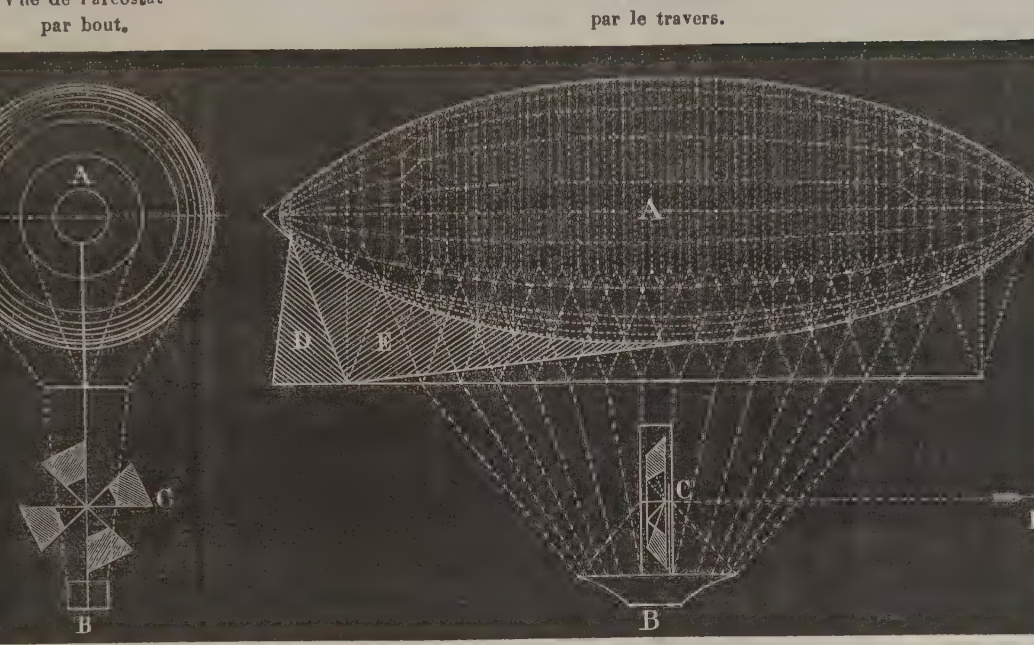


A Ballon porteur.
B Nacelle avec brancards.
C Hélice motrice.
D Gouvernail.

E Surface de résistance latérale, placée dans le plan vertical passant par l'axe du ballon.
F Direction de la poussée.

DISPOSITION N° 2.

Vue de l'aréostat par bout. — Vue de l'aérostat par le travers.



A Ballon porteur.
B Nacelle avec brancards.
C Hélice motrice.
D Gouvernail.

E Surface de résistance latérale, placée dans le plan vertical passant par l'axe du ballon.
F Direction de la poussée.

l'enveloppe. Cette pression existera à la partie basse du ballon et s'ajoutera, dans la partie supérieure, à celle résultant de la force d'ascension des gaz intérieurs.

» Pour s'opposer à la déformation sous la traction des suspentes (indépendamment de l'effet de la pression intérieure des gaz), la nacelle est d'une forme allongée et d'une construction rigide. Elle présente en outre, à son avant ainsi qu'à son arrière, deux appendices également rigides faisant fonction de brancards de nacelle. Les suspentes en corde de soie descendent du filet deux par deux dans des plans perpendiculaires à l'axe longitudinal du ballon, et sont fixées tant sur la nacelle que sur les brancards. Ces suspentes sont croisées par quelques étais obliques destinés à s'opposer seulement à un mouvement de balan de l'avant à l'arrière.

» Une autre disposition également praticable, et qui a sur la précédente des avantages et des inconvénients, consisterait dans l'emploi d'un cadre rigide oblong placé horizontalement entre le ballon et la nacelle. Ce cadre recevrait du ballon des suspentes comprises deux par deux dans des plans perpendiculaires à l'axe longitudinal; puis, des suspentes obliques, partant du cadre, porteraient en dessous la nacelle réduite à la longueur voulue pour la commodité du service.

» Pour maintenir le ballon sans cesse gonflé dans les conditions indiquées ci-dessus, en présence des déperditions de gaz sur lesquelles il faut compter, ou lorsque l'aéronaute en fera échapper volontairement pour opérer une descente partielle ou totale, il sera introduit de l'air atmosphérique dans un petit ballon logé à cet effet dans l'intérieur du grand et remplissant ainsi une fonction ayant quelque analogie avec la vessie natatoire des poissons. Si, le petit ballon étant rempli, le dégonflement du grand ballon continuait, il serait alors introduit un supplément d'air atmosphérique directement dans les gaz du grand ballon. »

» Il est évident que si l'on ne considérait que la simplicité, on se bornerait à ce dernier procédé. On éviterait ainsi le poids de l'étoffe nécessaire à la confection de cette poche. C'est environ 50 kilogrammes qui pourraient être ajoutés au lest; mais la poche de la dilatation, malgré la réduction qu'elle occasionne sur le lest, procure la faculté d'opérer un plus grand nombre de montées et de descentes alternatives. En effet, elle permet de faire ces montées et ces descentes sans perdre de gaz; d'où il suit que la presque totalité du lest n'aurait à faire face qu'aux déperditions à travers l'enveloppe. Je renvoie la démonstration de cette assertion à la fin de cette Note pour ne pas scinder l'exposé principal, et j'en viens de suite à l'éva-

luation du travail nécessaire pour imprimer la vitesse de 8 kilomètres à l'heure, par rapport à l'air ambiant, à l'aérostat conformé comme je l'ai dit ci-dessus.

» Par suite de ces données, on a :

Section de la maîtresse partie du ballon porteur	154^{mq}
Section de la maîtresse partie de la nacelle et de la partie du corps des hommes dépassant la nacelle, environ	4^{mq}
Filet et suspentes en corde de soie	10^{mq}

» Il importe d'évaluer séparément la résistance qu'opposeront à la marche à travers l'air ces diverses parties de l'aérostat.

» Si c'étaient des plans minces se présentant perpendiculairement au courant d'air, il résulte des recherches faites à ce sujet, par divers expérimentateurs, que la pression exercée par ce courant, à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure (ou de $2^{m},222$ par seconde), serait de $0^{kg},665$ par mètre carré.

» Mais on sait que la pression d'un courant d'air, comme d'un courant d'eau, diminue dans une très-grande proportion quand ces courants n'ont qu'à contourner des solides façonnés pour faciliter le mouvement du gaz ou du liquide autour d'eux.

» L'étude des navires a fourni à cet égard des données nombreuses qui manquent encore pour l'air. Toutefois, les données relatives au mouvement des masses aqueuses autour d'un corps plongé dans leur milieu peuvent fournir un moyen d'estimer au moins des *minima* pour le coefficient de réduction entre la résistance des plans minces soumis perpendiculairement à un courant d'air et celle de corps à maîtresse section égale en surface au plan mince, mais configurés de manière à faciliter la division de l'air à l'avant et son replacement à l'arrière.

» Parmi les navires comparables au ballon porteur qui nous occupe, au point de vue capital des angles d'incidence du courant à l'avant, des rayons de courbure des sections longitudinales, et enfin des angles d'incidence de remplacement du fluide à l'arrière, on n'en saurait trouver dont la résistance, rapportée à la surface de la maîtresse section, ne ressorte pas à moins de $\frac{1}{40}$ de la résistance du mètre carré de plan mince frappant perpendiculairement la surface. Il est des navires où ce rapport descend à moins de $\frac{1}{80}$.

» Il est facile de vérifier cette assertion en comparant pour divers navires

à roues à aubes les vitesses respectives du navire et des aubes par rapport à l'eau, ainsi que la surface des aubes d'une part et la maîtresse section de l'autre.

» Cela posé, ne serait-il pas légitime de compter que le ballon porteur qui nous occupe présenterait également une résistance à la marche dans l'air, réduite à $\frac{1}{40}$ de la résistance du plan mince, *si ce ballon pouvait conserver la forme régulière du dessin?* Mais cette dernière hypothèse n'est pas réalisable : il faut compter que le ballon, sous la pression de son filet, présentera des surfaces plus ou moins bombées dans l'intervalle des mailles. Pour tenir compte de la déformation partielle de la surface géométrique, produisant une multitude de petites ondulations, j'estime qu'on leur fera une large part d'influence, en doublant la résistance calculée.

» Pour la nacelle, les formes sont également étudiées de manière à faciliter son passage dans l'air autant que le permettent les exigences de sa fonction ; mais elle n'aura pas une surface polie, les rayons de courbure sont petits, elle porte des hommes et des objets sans forme définie, et il est, par suite, prudent de porter le coefficient de réduction de la résistance de cet ensemble par rapport au plan mince au $\frac{1}{5}$.

» Enfin, pour les cordonnets du filet ou les cordes de suspente, leur diamètre et par suite leur rayon de courbure étant très-petits, j'ai porté leur coefficient de réduction par rapport à la surface plane à $\frac{1}{2}$.

» Cela posé, la résistance de l'aérostat à la marche se composera ainsi qu'il suit :

Ballon sans filet......	154^{mq}	à 0,665	feraient	$102^{kg},412$:	à $\frac{1}{20}$	on a	$5^{kg},120$
Nacelle et accessoires..	4	à 0,665	»	2 ,660 :	à $\frac{1}{5}$	»	1 ,330
Filet et suspentes.....	10	à 0,655	»	6 ,650 :	à $\frac{1}{2}$	»	3 ,350
			Résistance totale..........				9 ,800

» La vitesse de l'aérostat est de $2^{m},22$ par seconde; le travail final accompli par l'aérostat marchant à cette vitesse est donc de $9^{kg},800 \times 2^{m},22$ ou de $21^{kgm},77$.

» Je me propose d'employer comme propulseur, pour obtenir la poussée et la vitesse calculées ci-dessus, une hélice à quatre ailes dont le diamètre, le pas et le nombre de tours découlent des considérations suivantes.

» Raisonnons d'abord comme si le ballon porteur était seul, bien conforme au plan, sans filet et sans nacelle. Si l'on tenait à avoir entre la vitesse V et le produit du pas par le nombre de tours, $p \times n$, le même rapport que celui constaté dans les navires à hélice bien proportionnés, il

faudrait donner à l'hélice un diamètre tel, que la surface du cercle circonscrit fût le quart de la maîtresse section. Cette maîtresse section étant de $153^{mq},93$, le diamètre de l'hélice serait de 7 mètres, et l'on pourrait compter alors qu'on aurait $p \times n = 1,16.\mathrm{V}$.

» Mais nous avons admis que le ballon porteur résisterait deux fois plus qu'il ne le ferait avec sa forme théorique, en raison des déformations multiples de la surface. Notre ballon représente donc pour la résistance un ballon fictif, à forme régulière, d'une maîtresse section double, ce qui fait 308 mètres carrés. Nous voyons, en outre, dans le tableau des résistances partielles, que les appendices du ballon porteur, tels que filet, nacelle, etc., donneront lieu à une résistance estimée à $4^{kg},68$ ajoutée à celle de $5^{kg},12$ propre au ballon. Il faut donc accroître encore la surface fictive de la maîtresse section dans le rapport $\frac{5,12 + 4,68}{5,12}$; la première correction l'a déjà portée à 308 mètres carrés; elle devient, par la seconde, égale à 589 mètres carrés. Le quart de cette surface est de 147 mètres carrés, et le diamètre du cercle correspondant est de $13^{m},70$.

» Ce grand diamètre d'hélice étant d'un emploi difficile, je préfère borner le diamètre à 8 mètres en admettant une perte de travail un peu plus grande en recul de l'hélice.

» Or, en remplaçant une hélice par une autre géométriquement semblable, ne différant que par le diamètre, la résistance à la marche restant constante, les carrés des reculs sont inversement proportionnels aux surfaces des cercles des deux hélices, ou, ce qui revient au même, aux carrés des diamètres, ce qui fait que les reculs sont inversement proportionnels aux diamètres.

» Avec l'hélice de $13^{m},70$, dans le cas qui nous occupe, nous avons vu qu'on aurait

$$p \times n = 1,16.\mathrm{V};$$

d'où le recul $= \frac{p \times n - \mathrm{V}}{\mathrm{V}} = 0,16.$

» Avec un diamètre réduit à 8 mètres, nous aurons donc

$$\frac{p' \times n' - \mathrm{V}}{\mathrm{V}} = 0,16 \times \frac{13,70}{8} = 0,274;$$

d'où

$$p' \times n' = 1,274.\mathrm{V}.$$

Or $\mathrm{V} = 133^{m},33$ par minute; donc

$$p' \times n' = 169^{m},85 \text{ par minute.}$$

» En faisant le pas égal au diamètre, on est dans de très-bonnes conditions d'inclinaison des ailes; on en déduit le nombre de tours par minute :

$$n' = \frac{169,85}{8} = 21^{\text{tours}},23.$$

» Cette allure convenant pour un treuil à bras, il en résulte l'égalité du diamètre des poulies de l'hélice et du treuil.

» Le travail de l'hélice ainsi constituée se compose de sa poussée parallèle à l'axe, multipliée par le produit de son pas par le nombre de tours, puis du travail de frottement dans l'air.

» La première partie donne par seconde

$$9^{\text{kg}},80 \times \frac{169^{\text{m}},85}{60} = 27^{\text{kgm}},75.$$

Le travail du frottement de l'air sur ces ailes en taffetas bien tendu, à la vitesse qui résulte des données précédentes, ne saurait ressortir à plus de $2^{\text{kgm}},25$. Le travail total à transmettre à l'hélice est donc finalement de 30 kilogrammètres.

» En présence de cette petite puissance motrice, il m'a paru avantageux de ne pas recourir à une machine à feu quelconque et d'employer simplement la force des hommes. Quatre hommes peuvent, sans fatigue, soutenir *pendant une heure*, en agissant sur une manivelle, ce travail de 30 kilogrammètres, qui n'exige de chacun d'eux que $7^{\text{kgm}},5$. Avec une relève de deux hommes, chacun d'eux pourra travailler une heure, se reposer une demi-heure, et ainsi de suite, pendant les dix heures du voyage, qui sont une des données de cette étude.

» Étant admis l'emploi des hommes comme moteur, j'ai placé l'hélice au-dessus de la nacelle, en dessous du ballon, au milieu de sa longueur. L'axe de l'hélice est horizontal, parallèle à l'axe longitudinal du ballon, et à $6^{\text{m}},20$ au-dessus du fond de la nacelle. Sa distance en contre-bas de l'axe du ballon est de $16^{\text{m}},80$.

» Un treuil à manivelles, placé dans la nacelle, est mis en mouvement par les quatre hommes. Ce treuil porte une poulie, qui correspond à une poulie de même diamètre placée sur l'arbre de l'hélice; une courroie les réunit. Le nombre de tours commun au treuil et à l'hélice est, comme on l'a déjà vu, de $21\frac{1}{4}$ par minute pour 8 kilomètres à l'heure.

» Dans cette position de l'hélice, quand elle fonctionnera pour entraîner l'aérostat, la résistance de l'air s'exerçant pour la plus grande partie sur le ballon, il en résulte un couple de forces tendant à faire dévier l'aérostat

de la situation d'équilibre au repos, laquelle correspond à l'axe du ballon parfaitement horizontal. Le couple d'inclinaison provenant de l'action de l'hélice, à l'allure de marche normale, aura pour mesure la poussée de $9^{kg},80$ multipliée par sa distance à la résultante des résistances partielles; cette distance à l'axe de l'hélice est de $12^{m},20$, ce qui donne $119^{kgm},56$. Le poids total de l'aérostat, en matières plus lourdes que l'air, est de 2478 kilogrammes avec tout son lest. Il est de 2043 kilogrammes à la fin du lest. Le centre de gravité de ce poids sans lest est à $15^{m},75$ en contre-bas du point d'application de la force ascensionnelle du ballon; par suite, le sinus de l'angle d'inclinaison qui résulte de ce couple a pour mesure $\frac{119^{kgm},56}{2043 \times 15,75}$; ce qui correspond à un angle de 0 degrés 13 minutes. Cet angle est complétement négligeable.

» Dans certains moments, pour atteindre, par exemple, un point voulu du sol à la descente, on pourra mettre à la fois les six manœuvres sur le treuil au lieu de quatre; chacun d'eux pourra, en outre, pendant quelques minutes, doubler son travail. La puissance transmise à l'hélice sera alors momentanément triplée, ce qui fera que la vitesse de l'aérostat deviendra $2,22 \times \sqrt[3]{3} = 3^{m},20$, soit de $11^{kil},5$ à l'heure. Le nombre de tours par minutes commun au treuil et à l'hélice passera de $21^{tours},25$ à $30^{tours},84$. Enfin la poussée horizontale de l'hélice deviendra

$$9^{kg},80 \times \left(\frac{3,20}{2,22}\right)^2 = 9^{kg},80 \times 2,02 = 20^{kg},38.$$

La force de poussée étant momentanément ainsi doublée, le petit angle d'inclinaison sera également doublé et deviendra 0 degrés 26 minutes, ce qui est encore parfaitement négligeable.

» Des calculs qui précèdent, il résulte qu'on peut établir ainsi qu'il suit le devis géométrique de cet aérostat :

Dimensions principales.

Longueur du ballon porteur............................	40^{m} (ou 42^{m} en laissant les pointes).
Diamètre..	14^{m}.
Volume du ballon..................................	3860^{mc}.
Volume de la poche de dilatation	386^{mc}.
Différence de leurs volumes...........................	3474^{mc}.
Force ascensionnelle, à la pression atmosphérique de $0^{m},76$, à raison de 735 grammes par mètre cube de gaz d'éclairage, mélangé au besoin d'hydrogène pur..............................	2553^{kg}.

Vitesse et force motrice.

Vitesse projetée par rapport à l'air ambiant	2^{m},22 par seconde.
Id. id.	8^{kil} à l'heure.
Force motrice en kilogrammètres réalisée sur l'hélice	30^{kgm}.
Limite admise pour la durée du voyage	10^{h}.
Nombre d'hommes employés à la fois comme moteur	4^{hommes}.
Relève » »	2^{hommes}.
Diamètre de l'hélice	8^{m}.
Pas	8^{m}.
Fraction de pas par aile	$\frac{1}{8}$.
Nombre de tours par minute pour l'allure ci-dessus	21^{tours},25.

Poids au départ.

Ballon porteur avec sa poche intérieure et sa soupape (complet sans son filet)	425^{kg}.
Filet en corde de soie	90
Gouvernail	13
Ancre	25
Vergue	135
Nacelle	255
Hélice, treuil, ventilateur	140
Agrès de nacelle	30
Six manœuvres, un timonier, un aéronaute, un passager	630
Bagages et vivres	45
Instruments d'observation	20
Dépêches	235
Lest disponible	435
Total	2478^{kg}

» La force ascensionnelle étant 2553 kilogrammes, elle surpassera le poids à enlever au départ du sol de 75 kilogrammes, soit de 3 pour 100, ce qui est une proportion convenable pour qu'un aérostat s'enlève du sol avec une bonne vitesse ascensionnelle.

» Après avoir établi l'ensemble des dispositions principales relatives à cet aérostat, il est intéressant de contrôler le calcul estimatif de la résistance dans l'air à une vitesse de 8 kilomètres à l'heure par des considérations d'une autre nature.

» Il est plausible d'admettre que si le ballon porteur, au lieu de se mouvoir dans l'air, était un corps solide de même forme se mouvant dans l'eau, la résistance à la même vitesse serait dans le rapport des densités de l'eau et de l'air. Or, la densité de l'air étant à celle de l'eau dans le rap-

port $\frac{1,29}{1000}$, sous la pression atmosphérique de $0^{m},76$, il en résulte que le travail pour faire mouvoir l'aérostat dans les parties basses de l'atmosphère ne doit être que les 0,00129 de celui qui serait nécessaire pour faire mouvoir le même volume dans l'eau. Ce travail serait encore moindre dans les régions plus élevées.

» Or il résulte des données relatives à la propulsion des navires qu'un bâtiment à hélice, supposé complétement plongé dans l'eau, ayant la forme de notre *ballon dessiné*, se mouvrait, à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure, correspondant à 4,32 nœuds, avec une puissance motrice qui ne saurait dépasser 105 chevaux de 75 kilogrammètres mesurés sur les pistons à vapeur. En doublant cette puissance (comme nous avons établi qu'il convenait de doubler le coefficient de résistance en raison de la multitude de petites déformations de la surface), on arrive à 210 chevaux; ce qui ne fait pas sur l'arbre de l'hélice plus de 157 chevaux.

» Passant de ce résultat à la puissance nécessaire pour faire mouvoir le ballon dans l'air, on trouve

$$157 \times \frac{1,29}{1000} = 0,203 \text{ cheval.}$$

» Telle serait la puissance à employer si le ballon était seul : mais nous avons vu que la présence du filet de suspension et de la nacelle avec son équipage augmente la résistance propre au ballon dans le rapport de 1,9 à 1; nous arrivons donc, pour la puissance motrice nécessaire à l'ensemble de l'aérostat, à $0,203 \times 1,9$, ce qui fait 0,385 cheval de 75 kilogrammètres, ou, en kilogrammètres, $28,^{kgm}92$. Nous avions trouvé, par le premier procédé, 30 kilogrammètres.

» Des expériences directes sur les aérostats eux-mêmes exécutés dans leurs dimensions réelles pourront seules permettre de préciser les chiffres à cet égard; mais ce que j'ai voulu démontrer, et ce qui me paraît établi d'une façon plausible, c'est qu'il faudra tout au plus une puissance de 30 kilogrammètres pour imprimer à l'aérostat projeté, au moyen de l'hélice définie ci-dessus, une vitesse de 8 kilomètres à l'heure par rapport à l'air ambiant, et que quatre hommes de service avec deux hommes de relève y pourront suffire pendant dix heures.

» Je reprends maintenant l'exposé du jeu de la poche de dilatation. Appelons P le poids dans l'air de tous les corps composant l'aérostat, enveloppe du ballon et objets de toute nature portés par lui, mais abstraction

faite du gaz qu'il contient; V le volume total du grand ballon gonflé; V′ le volume de la poche intérieure quand elle sera gonflée; D le poids en grammes du mètre cube du gaz employé dans le ballon à la pression atmosphérique de 76 centimètres, qu'on suppose être celle près du sol au point de départ; Δ le poids du mètre cube d'air atmosphérique à cette même pression de 76 centimètres (1).

» Le ballon en question, pour bien naviguer, doit être sans cesse gonflé, tant au départ qu'à tout autre moment de la durée du voyage.

» Supposons qu'au départ la poche V′ soit pleine d'air atmosphérique et le restant du ballon plein de gaz léger, la force ascensionnelle F, près du sol, sera

$$F = (V - V')(\Delta^{gr} - D^{gr}).$$

» Pour que le ballon s'élève, il faut qu'on ait

$$F > P \quad \text{ou} \quad (V - V')(\Delta - D) > P.$$

» Le départ se fera avec une vitesse d'ascension convenable, si la force ascensionnelle dépasse de 3 pour 100 le poids à soulever. Posons donc $F = 1{,}03 . P$, d'où

$$P = \frac{(V - V')(\Delta - D)}{1{,}03} \text{ (équation du départ).}$$

» Le ballon montant, la pression atmosphérique diminue. Il faut donc laisser diminuer aussi la tension du gaz intérieur de la même quantité, sous peine de fatiguer l'enveloppe et bientôt de la compromettre. Or, puisque le ballon est déjà gonflé, il faudrait laisser se perdre dans l'atmosphère tout l'excès de volume du gaz léger dilaté, si l'on n'avait la faculté de laisser dégonfler la poche intérieure remplie d'air au départ. C'est ce qui peut se faire sans difficulté par des procédés inutiles à décrire ici, et de manière à maintenir la tension du gaz léger dans les limites suffisantes pour le maintien des formes.

» Tant que la poche intérieure, se dégonflant, pourra faire place au gaz

---

(1) J'ai volontairement négligé, dans cette démonstration, l'influence des différentes températures. J'ai aussi supposé le ballon parfaitement étanche. Si l'on veut pouvoir lire dans les formules les lois simples qu'elles représentent, il faut en dégager d'abord les influences perturbatrices. En les superposant ensuite, on aperçoit facilement leurs influences spéciales. Enfin j'ai introduit dans ces calculs, pour les poids des matières non gazeuzes, *les poids de ces objets pesés dans l'air*, et j'ai négligé volontairement leurs différences de poids à diverses hauteurs.

léger qui se dilate, le ballon pourra passer d'une région à l'autre de l'atmosphère, et sa force ascensionnelle restera la même. En effet, le volume de la partie du ballon occupée par le gaz léger augmente en raison inverse des pressions atmosphériques; les deux densités de l'air atmosphérique et du gaz diminuent dans le même rapport; leur différence diminue donc de la même façon; le produit du volume par la différence des densités reste donc constant. Le poids des corps non gazeux restant lui-même sensiblement constant, la force ascensionnelle continue à dépasser ce poids de la même quantité fixée au départ du sol à 3 pour 100.

» Mais le volume de la poche intérieure est nécessairement limité; quand elle sera complétement vidée d'air atmosphérique, le gaz léger occupera tout le volume V.

» La hauteur à laquelle le ballon sera parvenu à ce moment où la poche intérieure terminera ainsi l'évacuation de son air correspond à une pression atmosphérique Π donnée par la formule

$$\Pi = 76\,\frac{V - V'}{V} \quad \text{(équation de la fin de la première phase).}$$

» Si l'on fait $V' = \frac{1}{10} V$, on a

$$\Pi = 0{,}9 \times 76 = 68^{c},4,$$

ce qui correspond à une hauteur $H = 866^{m}$.

» Cette première phase de l'ascension achevée, le ballon ne s'arrête point à cette hauteur, puisqu'à cette situation la force ascensionnelle reste la même qu'au départ, dépassant le poids P de 3 pour 100. Il montera sans qu'on jette de lest jusqu'à ce que cet excédant de la force ascensionnelle sur le poids disparaisse, ce qui ne peut avoir lieu que par la fuite d'une partie du gaz sortant du ballon.

» A partir de la hauteur de 866 mètres, le gaz occupant le volume total V du ballon ne peut plus se dilater sans sortir de ce ballon, ce dont on aura soin de lui laisser la libre faculté, en ne conservant toujours que les 3 ou 4 dix-millièmes d'excédant de pression sur l'atmosphère, excédant utile au maintien de la forme extérieure du ballon.

» Cette seconde phase de l'ascension continuera jusqu'à ce que le ballon soit arrivé dans une région de l'atmosphère dont la pression Π' est donnée par la formule ci-après, établissant l'égalité entre la force ascensionnelle F' et le poids P du départ,

$$F' = V(\Delta - D)\,\frac{\Pi'}{76} = P,$$

d'où

$$\Pi' = 76 \frac{1}{V} \frac{P}{\Delta - D}.$$

Or, en se reportant à l'équation au départ du sol, à savoir

$$P = \frac{(V - V')(\Delta - D)}{1,03},$$

on en tire

$$\frac{P}{\Delta - D} = \frac{V - V'}{1,03};$$

reportant cette valeur dans l'expression Π', on a

$$\Pi' = 76 \frac{1}{V} \frac{V - V'}{1,03} \text{ (équation de la fin de la deuxième phase).}$$

Or nous avons aussi

$$V' = 0,1 . V,$$

ce qui fait que, finalement, on a

$$\Pi' = \frac{76 \times 0,9}{1,03} = 66^c,4,$$

pression qui correspond à une hauteur $H' = 1110$ mètres.

» Si cette hauteur de 1110 mètres, à laquelle l'aérostat est ainsi parvenu sans jeter de lest, n'était pas trouvée suffisante, l'ascension subséquente constituerait alors une troisième phase pendant laquelle toute élévation supplémentaire coûterait une quantité de lest correspondant à la perte de gaz sorti par la dilatation.

» La quantité de lest qu'il faudra ainsi jeter pour arriver à une hauteur voulue, correspondant à une pression Π'', sera donnée par la formule suivante, dans laquelle K représente le rapport entre le poids du lest à jeter et le poids P de l'aérostat au départ,

$$P - KP = V(\Delta - D) \frac{\Pi''}{76},$$

d'où

$$K = 1 - V \frac{\Delta - D}{P} \frac{\Pi''}{76}.$$

Or nous tirons encore de l'équation du départ

$$\frac{\Delta - D}{P} = \frac{1,03}{V - V'},$$

d'où

$$K = 1 - \frac{1,03 . V}{V - V'} \frac{\Pi''}{76}.$$

Or

$$V' = 0,1 \,.\, V;$$

donc

$$K = 1 - \frac{1,03}{0,9 \times 76} \Pi''$$ (équation applicable à tout moment de la troisième phase).

» Si, par exemple, on voulait monter jusqu'à 1200 mètres, on aurait $\Pi'' = 65,7$, d'où $K = 0,01$. Le lest à jeter, pour monter à 1200 mètres, sera donc de 1 pour 100 du poids primitif total P de l'aérostat.

» Mais revenons en pensée à la hauteur de 1110 mètres à laquelle l'aérostat est parvenu sans jeter de lest.

» En considérant le ballon à cette hauteur, qui limite ce qu'on peut appeler la *deuxième phase*, si, par une cause quelconque, la force ascensionnelle vient à diminuer d'une quantité si minime qu'elle soit, l'aérostat descendra, les gaz vont se comprimer. En raison de la loi déjà exposée, la force ascensionnelle ne variant pas par la compression et la dilatation du gaz léger du ballon tant qu'il y reste contenu, l'aérostat descendrait ainsi jusqu'au sol, à l'état d'équilibre à peine rompu.

» Si, à mesure de la compression du gaz léger, on a introduit de l'air atmosphérique dans la poche intérieure, le ballon aura été maintenu rempli, et l'on pourra descendre en cet état jusqu'à ce que la poche soit pleine d'air, sans en avoir mélangé avec le gaz léger. On arrivera ainsi à la hauteur correspondant à la pression atmosphérique Π''', donnée par la formule

$$F = P = (V - V')(\Delta - D)\frac{\Pi'''}{76},$$

d'où

$$\Pi''' = 76 \frac{P}{(V - V')(\Delta - D)}.$$

Or de l'équation au départ on tire

$$(V - V')(\Delta - D) = 1,03.P,$$

donc

$$\Pi''' = \frac{76}{1,03} = 73^{c},78,$$

d'où

$$H = 244 \text{ mètres.}$$

» Ainsi donc, tant que l'aérostat en question, en faisant fonctionner sa poche comme il vient d'être expliqué, sera maintenu dans ses oscillations de montée et de descente entre les limites de hauteur de 244 mètres à 1110 mètres, il n'aura plus à perdre de gaz par le fait de ces variations de

hauteur; il remontera très-doucement en jetant des quantités de lest très-minimes, et l'on aura maintenu son enveloppe intérieure sans cesse gonflée. Tout le lest qu'il a pris au départ sera donc exclusivement destiné à compenser les pertes de gaz par suite de l'exosmose ou de l'endosmose, pendant les dix heures que devra pouvoir durer le voyage.

» Nous avons vu que la quantité de lest qui figure à cet effet dans le projet est de 435 kilogrammes, soit 0,175 du poids total enlevé; et il n'y a pas eu besoin de toucher à ce lest pour monter à 1110 mètres. Il reste donc tout entier disponible pour le restant du voyage.

» Je suppose ce même aérostat, sa poche de dilatation supprimée, gonflé au départ entièrement de gaz léger; il pourra emporter un supplément de lest $S = V'(\Delta - D)$, en conservant la même différence entre la force ascensionnelle et le poids nouveau P. Or, combinant cette expression avec l'équation du départ $(V - V')(\Delta - D) = 1,03.P$, et avec cette donnée $V' = 0,1.V$, on en déduit

$$S = \frac{0,103}{0,9} P.$$

Or

$$P = 2478;$$

donc

$$S = 283^{kg},483.$$

» En emportant cette quantité de lest en plus, la force ascensionnelle au départ, sous la pression de 76, sera

$$F_0 = V(\Delta - D).$$

Le nouveau poids P_0 sera

$$P + \frac{1,03}{0,9} P.$$

La différence produisant le mouvement au départ sera la même que pour le premier aérostat et égale à 0,03.P.

» Cet aérostat s'élevant, le gaz se dilatera et s'échappera à mesure; il arrivera à l'équilibre à une hauteur correspondant à la pression atmosphérique Π_1 donnée par la formule

$$V(\Delta - D)\frac{\Pi_1}{76} = P + \frac{1,03}{0,9} P;$$

d'où l'on déduit, en combinant cette expression avec les données précédentes, qui fournissent $\Delta - D$ en fonction de P et de V,

$$\frac{\Pi_1}{76} = \frac{1,003}{1,03};$$

d'où

$$\Pi_1 = 73^c,9,$$

ce qui corrrespond à une hauteur $H_1 = 225^m$.

» A partir de cette hauteur, l'excès de la force ascensionnelle sur le poids devient nul, et, pour arriver à la hauteur de 1110 mètres du premier aérostat, il faut diminuer le poids en jetant du lest de façon qu'on ait l'égalité entre la force ascensionnelle et le poids.

» Or, à cette hauteur, les deux ballons ayant tous deux le même volume V plein du même gaz léger du départ, dilaté sans mélange sous la même pression atmosphérique, il faudra que leurs poids soient égaux. Ainsi le ballon sans poche sera obligé, pour monter à cette hauteur de 1110 mètres, de jeter exactement toute la quantité de lest qu'il avait prise au départ en sus du ballon à poche, soit $283^{kg},483$.

» A partir de ce moment, s'il vient à descendre, le ballon sans poche, pour être tenu gonflé, devra recevoir de l'air atmosphérique mélangé dans le gaz. S'il descend, par exemple, de 1110 à 244 mètres, c'est-à-dire de la pression 66,4 à la pression 73,78 (dans les limites d'oscillation que peut atteindre le premier ballon sans mélanger son gaz), la nouvelle densité D' du gaz mélangé sous la pression de 76 sera à 244 mètres de hauteur donnée par la formule

$$V(\Delta - D')\frac{73,78}{76} = P,$$

d'où

$$\Delta - D' = \frac{P}{V}\frac{76}{73,78}.$$

» Quand on voudra remonter à 1110 mètres, on devra jeter une quantité $\mathcal{L}$ de lest telle qu'on ait

$$V(\Delta - D')\frac{66,4}{76} = P - \mathcal{L},$$

d'où

$$\mathcal{L} = P\frac{73,78 - 66,4}{73,78} = 0,1 . P = 247^{kg},80.$$

» Ainsi, avec la quantité de lest 435 kilogrammes qui restait au ballon à la hauteur de 1110 mètres, même en y ajoutant le poids de l'étoffe de la poche supprimée, ce qui ferait encore 50 kilogrammes, soit en tout 485 kilogrammes, il n'y aurait pas de quoi faire deux oscillations dans les limites de 1110 à 244 mètres, ce qui démontre l'avantage du ballon à poche de dilatation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Brachet** soumet au jugement de l'Académie une nouvelle Note, concernant les divers systèmes d'aérostation déjà proposés.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Bukaty** adresse une Note concernant un nouveau système d'aérostats.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Sorel** adresse une Note relative aux conditions que lui paraissent devoir remplir les aérostats, pour qu'il soit possible de les diriger.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Moura** soumet au jugement de l'Académie des « Recherches sur la réalisation du problème de l'aérostation ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. P. **Verdeil** adresse une Note concernant la faiblesse du rendement des machines à vapeur.

(Commissaires : MM. Morin, Delaunay, Jamin.)

M. **Clotet** adresse la description et le dessin d'une nouvelle bombe cylindro-conique à percussion. Cette bombe se compose essentiellement d'un cylindre intérieur, contenant la charge, et d'un cylindre extérieur disposé de façon qu'on puisse placer, entre sa paroi et celle du cylindre intérieur, des balles de plomb ou de petits morceaux de fonte : l'explosion est produite par une capsule qui est située à l'extrémité d'une tige située dans l'axe commun des deux cylindres, et que la chute de bombe vient refouler sur la paroi interne de la base du cylindre.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Hoffmann** adresse une Note relative à quelques précautions auxquelles il lui paraît indispensable d'avoir égard, soit dans la préparation, soit dans l'usage du boudin de sang de bœuf.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'alimentation.)

M. **Fua** adresse une Note relative à un procédé de conservation des viandes, procédé dont il a fait usage. Il consiste à immerger préalablement la viande, pendant quelques minutes, dans l'eau bouillante un peu salée, puis à la placer dans des pots remplis de graisse de bœuf, fondue et bien cuite.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'alimentation.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Président de la Commission des monnaies et médailles** informe l'Académie que, M. le Ministre des Finances ayant décidé, le 10 septembre dernier, qu'un bureau temporaire des essais serait établi à Bordeaux pendant la durée de l'investissement de Paris, *M. Peligot*, vérificateur en chef des essais, a été désigné pour diriger les opérations de ce bureau : il a donc dû se rendre à Bordeaux avant que l'investissement fût achevé.

M. **Dumas** prie l'Académie de permettre qu'un passage omis par erreur dans le *Compte rendu* de la séance précédente soit rétabli dans celui de la séance actuelle ; il se rapporte à la page 483, ligne 13, de sa Communication :

« Dès qu'il a été question de la conservation des viandes pour les approvisionnements de Paris, le Comité d'hygiène publique, consulté par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, a indiqué, parmi les procédés les plus applicables, la salaison telle qu'elle est pratiquée dans la marine, de temps immémorial.

» Ce procédé devait naturellement prendre une part essentielle dans la formation des réserves de Paris, et il est juste de constater l'empressement que M. le Ministre de la Marine a mis à seconder les efforts de l'administration civile.

» M. le Ministre a fait venir immédiatement de Cherbourg, à la demande de M. Renaud, inspecteur général du service de santé de la Marine, une escouade d'ouvriers employés exclusivement aux salaisons, sous la direction d'un contre-maître habile. Ils ont permis d'installer une usine d'essai à Paris, et ils y laisseront des exemples propres à servir de base au contrôle des procédés anciens ou nouveaux actuellement mis à l'épreuve. »

TECHNOLOGIE. — *Procédé employé aux États-Unis par les indigènes pour la préparation des peaux de bisons, de cerfs et d'autres animaux de ce pays.* Extrait d'une Lettre de **M. J. Simonin** à M. Dumas.

« L'attention de l'Académie a été appelée récemment sur la préparation des peaux de bœuf et de mouton qui ne peuvent, en ce moment, être envoyées à la tannerie. Je lui demande, à ce propos, la permission de lui faire connaître un procédé que j'ai vu employer dans l'Amérique du Nord par les Indiens des prairies, lors de mes différentes explorations dans ces contrées, pendant les années 1867-1868. Les Indiens des États-Unis, ceux qui vivent encore aujourd'hui à l'état sauvage, notamment entre les rives du Missouri et les Montagnes Rocheuses, préparent les peaux de bisons en les raclant d'abord avec le plus grand soin, au moyen d'une lame de fer, ou même, comme leurs ancêtres, d'un ciseau de silex, quand ils n'ont pas de métal sous la main. La peau, ainsi nettoyée, est tannée ensuite avec la cervelle de l'animal, dont on l'imprègne peu à peu, au moyen d'un tamponnage longtemps continué. Qu'il entre dans cette cervelle quelque préparation, quelques plantes particulières, c'est ce que je ne saurais dire en ce moment; mais, ce que je puis certifier, c'est que les peaux de bison ainsi préparées, et auxquelles on laisse généralement leur toison, acquièrent une souplesse remarquable, comme une vraie peau de gant, n'ont aucune odeur et se conservent indéfiniment. J'ai en ma possession une de ces peaux, qui me servait de couverture, et même de lit, dans mes excursions à travers les prairies. J'ai aussi différentes peaux de renard argenté de Californie, des peaux de daim, etc., servant de carquois, de gaînes de couteaux : toutes sont parfaitement conservées. »

« **M. Roulin**, questionné à cette occasion par M. Dumas, pour savoir si, dans les parties du nouveau continent où il a longtemps séjourné, le procédé décrit par M. Simonin n'aurait pas été aussi pratiqué, répond, qu'à sa connaissance on n'y a jamais eu recours dans l'Amérique méridionale proprement dite, ni même dans aucune des provinces situées à l'est et au sud de l'isthme de Panama. Il est bien entendu qu'il ne peut être question, pour ce vaste pays, de la préparation de peaux de bisons. L'animal ne s'y trouve point, il n'existait pas non plus dans les provinces qui formaient l'empire de Montezuma; mais l'art du mégissier n'y était pas inconnu, et on l'appliquait aux dépouilles de divers autres mammifères. Ainsi Fernand Cortez, dans sa première lettre à l'empereur Charles V, faisant une longue

énumération des produits naturels ou manufacturés qui, chaque jour, étaient exposés en vente sur la grande place du marché de Mexico, mentionne expressément « les peaux apprêtées avec le poil ou sans le poil, et, dans » ce dernier cas, souvent passées en couleur ». (BARCIA, *Historiadores primitivos de Indias*, t. I, p. 33.)

» L'art du mégissier continua assez longtemps encore, après la conquête, à être pratiqué par les indigènes, comme le prouve un passage de l'ouvrage de Torquemada, qui, venu dans ce pays près d'un siècle plus tard, publia en 1615 sa *Monarquia indiana*. Voici, en effet, ce qu'on y lit, liv. XVII, chap. I : « Il y avait à Mexico des artisans merveilleusement habiles à ap- » prêter les cuirs de cerfs, lions et tigres (*couguars* et *jaguars*), avec le poil » ou sans le poil, et ceux-ci laissés blancs ou teints en rouge, en bleu, en » noir ou en jaune, et tous si souples qu'on les recherche encore aujour- » d'hui pour en faire des gants. »

» Ni Torquemada ni Cortez ne nous apprennent quels étaient les procédés auxquels avaient recours les mégissiers indigènes. Les peaux qui sortaient de leurs mains n'étaient point destinées à faire des vêtements; les Mexicains et leurs proches voisins à l'est, qui avaient à peu près les mêmes arts, cultivaient diverses plantes qui leur fournissaient de bonnes matières textiles et qu'ils savaient habilement mettre en œuvre. Plus au sud et jusqu'aux limites du Chili, on ne trouvait point non plus de sauvages vêtus de peaux. Les peuples qui n'allaient pas tout nus portaient des vêtements d'étoffes de coton; de sorte que les dépouilles des mammifères n'avaient, dans leur économie domestique, presque aucune importance. Pour la guerre cependant, le cuir du tapir était recherché; son épaisseur le rendait propre à faire de très-bonnes armes défensives et particulièrement des boucliers. La préparation d'ailleurs en était fort simple, puisqu'elle consistait seulement à faire sécher cette peau en l'étendant à l'air, le poil en dessous, et après l'avoir bien étirée au moyen de piquets enfoncés dans le sol pour l'empêcher de se racornir sous l'action du soleil.

» Encore aujourd'hui, dans la Nouvelle-Grenade, on dessèche de cette manière des cuirs de bœuf, destinés à servir de couchettes, et sur lesquelles il m'est bien souvent arrivé de dormir, dans mes courses à travers le pays. On en trouvait dans toutes les chaumières, ployées en deux comme une une main de papier, et il suffisait de les étendre sur le sol pour avoir son lit tout dressé.

» Si la saison était maintenant moins avancée, je crois qu'il serait facile et utile de préparer une literie de ce genre avec les peaux des bêtes qui se-

ront abattues durant le siége; elle fournirait à ceux de nos hommes qui passent la nuit aux remparts un coucher sain, en préserverait certainement plusieurs des rhumatismes auxquels ils sont tous plus ou moins exposés. Peut-être la science trouvera-t-elle quelque moyen économique de suppléer, pour cette dessiccation, à ce que ne nous donne pas suffisamment la chaleur solaire. Quand cette application, qui, nous devons l'espérer, ne sera pas bien longue, serait devenue sans but, ces cuirs secs ne demeureraient pas sans valeur, et l'on pourrait, ce me semble, les utiliser comme on le fait pour les peaux de bœuf que le commerce reçoit, également à l'état sec, de Buenos-Ayres et de Montevideo.

» Pour en revenir à la Communication de M. Simonin et au conseil qu'il donne aux industriels, de chercher dans les relations des voyageurs de plus amples détails sur sa méthode, avant d'essayer de l'appliquer, je dirai que cette recherche me paraît devoir rester sans résultat utile. J'ai lu plusieurs descriptions du procédé en question et n'y ai trouvé rien d'important qui ne soit indiqué dans la lettre; j'ajouterai qu'aucune ne fait mention d'une substance végétale, qu'on emploierait en même temps que la cervelle de l'animal, et qui contribuerait au succès de l'opération. »

M. Gaultier de Claubry adresse une Note relative à une réglementation qu'il croirait utile d'établir dans la fabrication du pain, pendant l'investissement de la ville de Paris :

« Quant à la forme qu'il conviendrait de donner aux pains, pour tirer le meilleur parti possible d'une quantité déterminée de farine, l'auteur pense qu'il y aurait lieu d'interdire momentanément la fabrication des pains autres que ceux de 2 kilogrammes, courts fendus à grigne, ou même ceux qui sont connus sous le nom de *jockos*.

» Relativement à l'augmentation importante de produits alimentaires qui peut être procurée à la population dans les circonstances exceptionnelles au milieu desquelles se trouve la capitale, il importerait d'attirer l'attention sur les faits suivants.

» Lors de la glorieuse expédition qui, en 1830, a donné l'Algérie à la France, d'Arcet proposa de faire entrer, dans la fabrication des biscuits de l'armée, de la gélatine, de la viande et du *sang;* 300 000 biscuits furent préparés par ce moyen et embarqués dans des caisses distinctes. Malheureusement un coup de mer qui assaillit la flotte obligea à jeter à la mer ces caisses, dont une partie seulement fut portée par les flots sur le rivage. Une comparaison rigoureuse devint par suite impossible.

» Il ne peut être question de la viande où de la gélatine, et il ne s'agit que de considérer l'emploi du sang, qui peut être employé en entier, ou de de la fibrine qu'on en sépare par le battage, et qu'à l'aide de machines on amènerait facilement à un état convenable.

» La fibrine et l'albumine sont des produits riches en azote, dont les propriétés alimentaires sont bien constatées. Le sang, qui les renferme en proportions très-considérables, se mêle facilement à la farine et fournirait un pain qui, vendu avec la dénomination de *pain animalisé*, laisserait chacun libre d'en faire usage, comme il arrive pour la viande de cheval en remplacement de la viande de bœuf. »

M. E. Decaisne adresse une Note concernant « L'alimentation des petits enfants, et le lait pendant le siége : »

« Puisque le lait n'est point à Paris en quantité suffisante, ne serait-il pas possible, avec les 20000 litres que Paris peut encore fournir aujourd'hui, de pourvoir aux nécessités de l'heure présente? Il faudrait d'abord que les gens valides voulussent bien s'en interdire absolument l'usage.

» On pourrait encore couper le lait dans une certaine proportion avec de l'eau, et l'Administration devrait veiller à ce que les débitants s'abstinssent de le couper avant de le livrer au public.

» Parmi les succédanés du lait, il en est un qui paraît mériter une certaine attention : c'est un lait de poule, fait avec l'œuf entier, blanc et jaune mélangés avec du sucre et de l'eau, quoique sa parfaite analogie avec le lait ne soit pas démontrée, comme on l'a fait observer. Mais resterait encore la difficulté de se procurer des œufs.

» On a parlé aussi de la viande crue et du thé de bœuf. Ces préparations peuvent réussir chez certains enfants, mais l'expérience nous a appris que, souvent, elles donnent des aigreurs, des coliques et de la diarrhée (1). »

---

(1) Je pense qu'il ne serait peut-être pas inutile de rappeler quelques préparations que les Anglais emploient, avec le lait ou même sans le lait, pour l'alimentation des petits enfants.

On coupe, dans un bol, de petites tranches de pain, qu'on couvre d'eau froide; on fait cuire au four, pendant deux heures, on bat avec une fourchette et l'on sucre légèrement.

Faites sécher de la mie de pain sur une assiette, à une petite distance du feu. Aussitôt qu'elle est sèche, vous l'écrasez dans un mortier, vous la réduisez en une poudre fine, vous passez au tamis, puis vous la mettez au four jusqu'à ce qu'elle devienne un peu rousse. Vous prenez une petite quantité de cette poudre, vous la préparez comme le gruau et vous sucrez légèrement.

Les Anglais font un grand usage des farineux pour les petits enfants, et surtout d'une fa-

M. Moissenet adresse à l'Académie un exemplaire d'une Note lithographiée, sur le rationnement de la population de Paris pour le pain et la viande.

Cette Note sera jointe aux documents soumis à la Commission nommée pour les questions relatives à l'alimentation.

M. Pagliari appelle l'attention de l'Académie sur l'efficacité de son « eau hémostatique ».

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

---

rine populaire parmi eux (*Hard's farinaceous food for infants*). Les farineux donnent quelquefois de la constipation aux enfants. On y obvie en ajoutant un tiers de gruau.

Je citerai encore la poudre de biscuit de Lemann (*Lemann's biscuit powder*), qu'on trouve à Paris dans les pharmacies anglaises.

Enfin, je signale la préparation suivante. On fait tremper du riz de première qualité dans l'eau froide, pendant une heure; on l'écrase, on ajoute de l'eau fraîche, on laisse bouillir à petit feu, jusqu'à ce que la pulpe puisse passer dans une passoire; on remet dans la casserole, on ajoute deux morceaux de sucre et on laisse bouillir encore pendant un quart d'heure. Maintenant, si vous mettez cette préparation à un tiers de lait, vous avez un liquide ayant la consistance d'une crême.

Parmi les cinq préparations que je viens d'indiquer, c'est cette dernière que je préfère. Je l'ai vu employer journellement en Angleterre, avec le plus grand succès.